

(43) Date of publication of application: 12.06.01

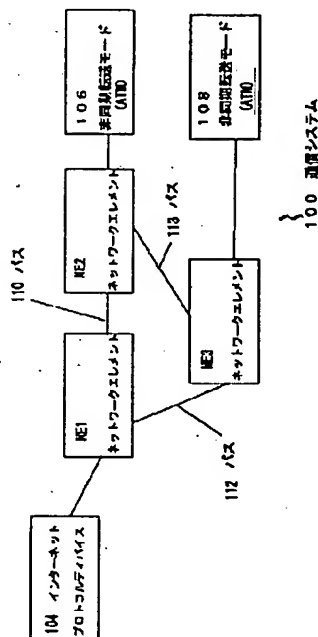
(72) Inventor: CAO YANG

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a communication system that fills a gap between a SONET /SDH transport and an IP transport so as to minimize the operation cost and also facilitate traffic engineering.

SOLUTION: The communication system includes a convergence protocol that provides direct inter-layer communication between nodes in a network and a transport layer of one network node directly communicates with a service layer of the other network node. The service layer is an Internet protocol(IP) layer and the transport layer is a SONET transport layer. Each of the nodes running the convergence protocol includes an ADM or a digital cross connect.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-160840

(P2001-160840A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001.6.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード [*] (参考)
H 0 4 L 29/06		H 0 4 J 3/00	U
H 0 4 J 3/00		H 0 4 L 13/00	3 0 5 Z
H 0 4 L 12/64		11/20	A
12/28			D

審査請求 未請求 請求項の数28 O L 外国語出願 (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願2000-302084 (P2000-302084)

(22) 出願日 平成12年10月2日 (2000.10.2)

(31) 優先権主張番号 09/411781

(32) 優先日 平成11年10月1日 (1999.10.1)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッドLucent Technologies
Inc.アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(74) 代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文

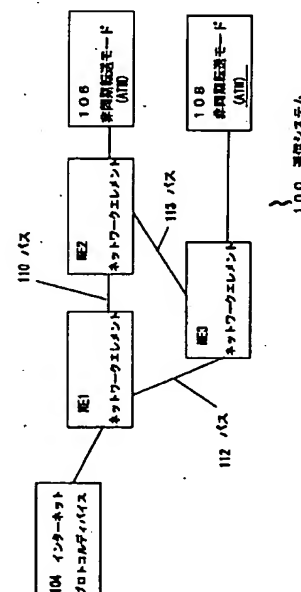
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システムおよび通信システムにおける方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 SONET/SDHトランスポートとIPトランスポートとの間のギャップを埋めて、動作コストを最小化しかつトラフィックエンジニアリングを容易にすること。

【解決手段】 通信システムは、ネットワーク内のノード間で直接層間通信を提供するコンバージェンスプロトコルを含み、一方のネットワークノードのトランスポートレイヤは、他方のネットワークノードのサービスレイヤと直接的に通信する。サービスレイヤは、インタネットプロトコル (IP) レイヤであり、トランスポートレイヤは、SONETトランスポートレイヤである。コンバージェンスプロトコルをランさせるノードの各々は、ADMまたはデジタルクロスコネクタである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 OSI 7レイヤモデルに適合する第1のネットワークエレメントと、

OSI 7レイヤモデルに適合する第2のネットワークエレメントとを有し、

各エレメントは、コンバージェンスプロトコルを使用し、ネットワークエレメントのうちの一方のレイヤのうちの1つは、他方のネットワークエレメントのうちの異なるレイヤと直接的に通信することができることを特徴とする通信システム。

【請求項2】 前記コンバージェンスプロトコルは、一方のネットワークエレメントのうちのトランスポートレイヤが、他方のネットワークエレメントのうちのサービスレイヤと直接的に通信することを許容することを特徴とする請求項1記載のシステム。

【請求項3】 前記サービスレイヤは、インターネットプロトコルサービスレイヤであることを特徴とする請求項2記載のシステム。

【請求項4】 前記トランスポートレイヤは、同期光網(SONET)トランスポートレイヤであることを特徴とする請求項2記載のシステム。

【請求項5】 複数のパケット交換デバイスをさらに含み、前記第1および第2のネットワークエレメントが、前記パケット交換デバイスに対する回線交換クロスコネクタを提供するために接続されていることを特徴とする請求項2記載のシステム。

【請求項6】 前記パケット交換デバイスのうちの少なくとも1つは、インターネットプロトコル(IP)デバイスであることを特徴とする請求項5記載のシステム。

【請求項7】 前記パケット交換デバイスのうちの少なくとも1つは、非同期転送モード(ATM)デバイスであることを特徴とする請求項5記載のシステム。

【請求項8】 一方のネットワークエレメントは、リクエストするネットワークエレメントに帯域幅を与えることにより、リンク上の帯域幅に対するコンバージェンスプロトコルを使用して、他方のネットワークエレメントからのリクエストに応答することを特徴とする請求項4記載のシステム。

【請求項9】 他方のネットワークエレメントからの帯域幅に対する一方のネットワークエレメントからの前記リクエストは、ダイレクト通信チャネル中のインタレイヤ、インタエレメント通信によりもたらされることを特徴とする請求項8記載のシステム。

【請求項10】 1つのネットワークエレメントは、レイヤ3およびレイヤ1の動作を監視することを特徴とする請求項9記載のシステム。

【請求項11】 パケット交換ネットワークエレメントおよび回線交換ネットワークエレメントを含む通信システムにおける方法において、

(A) 1つのネットワークレイヤにおいて1つのネッ

トワークエレメントからメッセージを送信するステップと、

(B) 異なるネットワークエレメント中の異なるネットワークレイヤにおいてステップ(A)のメッセージを受信するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項12】 前記ステップ(A)は、

(A1) 一方のネットワークエレメントのトランスポートレイヤから、別のネットワークエレメントのサービスレイヤと直接的に通信するステップを含むことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項13】 前記サービスレイヤは、インターネットプロトコルサービスレイヤであることを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記トランスポートレイヤは、同期光網(SONET)トランスポートレイヤであることを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項15】 (C) 複数のパケット交換デバイスに対する回線交換クロスコネクタを提供するステップをさらに含むことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項16】 前記ステップ(C)は、

(C1) インターネットプロトコル(IP)デバイスに対する回線交換クロスコネクタを提供するステップを含むことを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項17】 前記ステップ(C)は、

(C2) 非同期転送モード(ATM)デバイスに対する回線交換クロスコネクタを提供するステップを含むことを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項18】 (D) 1つのネットワークエレメントから追加的な帯域幅のための別のものへリクエストを送信するステップと、

(E) 追加の帯域幅を、追加の帯域幅をリクエストするネットワークエレメントに与えるステップとをさらに含むことを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項19】 前記ステップ(D)は、ダイレクト通信チャネル中のインタレイヤ、インタエレメント通信によりもたらされることを特徴とする請求項18記載の方法。

【請求項20】 (F) ネットワークエレメントがレイヤ3およびレイヤ1動作を監視するステップと、

(G) 前記ステップ(F)のネットワークエレメントがレイヤ3およびレイヤ1動作における変化に応答して、論理パイプの帯域幅を調節するステップとをさらに含むことを特徴とする請求項19記載の方法。

【請求項21】 ハイブリット、回線交換/パケット交換通信システムにおいて通信パスを確立する方法において、

(A) OSIスタックおよびTCP/IPスタックの両方をランニングさせることにより、SONET/SDHトランスポートと外部IPTランスポートとの間のイ

インタフェースを提供するノードを初期化するステップと、

(B) OSIスタックをランさせることにより、デジタルクロスコネクトであるSONET/SDHネットワークエレメントを初期化するステップと、

(C) 中間システム-中間システム(IS-IS)隣接関係を使用してネットワークトポロジを応答ディスクカバーするステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項22】 前記ステップ(C)は、

(D) IS-ISリンクステートプロトコルデータユニットの交換に基づいて、前記通信システム内の各ノードの物理的トポロジを確立するステップをさらに含むことを特徴とする請求項21記載の方法。

【請求項23】 (E) CAPの対間に論理パスを確立するステップをさらに含むことを特徴とする請求項21記載の方法。

【請求項24】 ステップ(E)は、

(E1) IS-ISラベル交換パスメッセージの受信にตอบสนองして、CAPによりルーティングテーブルをリフレッシュするステップをさらに含むことを特徴とする請求項23記載の方法。

【請求項25】 ステップ(E)は、

(E2) アドレスバインディングテーブルのCAPの確立をし、別のCAPに到達するために必要とされるパス情報を決定するステップをさらに含むことを特徴とする請求項24記載の方法。

【請求項26】 (F) あて先CAPへ、コンバージェンスプロトコル帯域幅割当てメッセージを渡すステップをさらに含むことを特徴とする請求項23記載の方法。

【請求項27】 (G) ステップ(F)において帯域幅割当てメッセージの受信にตอบสนองして、帯域幅をあて先CAPに割当てするステップをさらに含むことを特徴とする請求項26記載の方法。

【請求項28】 (H) コンバージェンスプロトコル割当て解除メッセージの受信にตอบสนองして、あて先CAPの帯域幅割当て解除を行なうステップをさらに含むことを特徴とする請求項27記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信システムに係り、特に、回線交換通信サービスとパケット交換通信サービスの統合に関する。

【0002】

【従来の技術】高速データ伝送の使用および分化したデータサービスの需要の爆発的な伸びは、今日および将来の急増する需要を満たすために、現存する通信システム、回線交換システムとパケット交換システムの幾分うまくない結合の能力を精一杯働かせる。公衆交換電話網を使用する通常のデータ通信システムは、回線交換TD

Mトランスポートをインターネットプロトコル(IP)スイッチングのようなベストエフォートパケットスイッチングと組合せ、最大のリンク利用を強調するようにデータ伝送に影響を与える。

【0003】通信リンクは、異なる接続方法に生じる異なる利点を有する数多くの方法で確立され得る。2つの機器間の2つ以上のチャネルの直接接続、即ちユーザに情報を交換するためのチャネルの排他的使用を提供する接続は、回線交換(circuit switched)、またはライン交換(line switched)接続と呼ばれる。回線交換は、高い信頼性のサービスを生じる技法であり、チャネルの一時的な喪失(loss)がいらいするものであり、反復的なそのような喪失が受け入れられないものである音声のような「リアルタイムの」通信アプリケーションにとって特に適している。

【0004】回線交換は、高い信頼性のある専用線サービスにも使用される。5ESSのような電子的交換システムは、例えば時分割多重(TDM)を使用して回線交換により、多数の電話機器を相互接続することができる。エンドユーザが適切な品質のサービスを受けることを保証するために、交換機は、典型的には、交換されるチャネルを運ぶトランクリンのアクティビティを監視しかつ周期的に検査する。

【0005】通信誤りが生じた場合、交換機は、誤りを起こしたシステムコンポーネントを分離する、またはその正確な位置を決定するために、「ループバック」を使用することができる。故障が分離されると、データがループバックを通して故障したシステムコンポーネントを迂回できるように、または他の訂正手段を採ることができるように、システムはそれ自体を再構成(reconfigure)することができる。TDMトランスポートネットワークは、確かなレベルの性能および信頼性を提供する。

【0006】同期光網/同期デジタル階層(SDH/SONET)のような技術が、音声接続および専用線アプリケーションに対して、優れたジッター、ワンダー(wander)および誤り性能で、1秒あたりギガビットのレートまでスケラブルな大容量トランスポートを提供するために、トランスポートインフラストラクチャにおいて使用され得る。SONET/SDHセルフヒーリングリングは、ネットワーク故障の後数十ミリ秒内にサービスレベル回復を可能にする。

【0007】パケット交換は、専用回線交換ラインのような通信リンクの利用を最大化するために使用され得る。パケット交換アプローチで、データは、パケット中で送信され、通信チャネルは、パケットの送信の期間だけ占有される。送信の後、チャネルは、他の機器間で転送されるパケットにより使用可能である。リンクは、最大のリンク利用を得るためにスタティスティックに多重化され、典型的には、TDMトランスポートネットワークにより専用回線上を運ばれる。

【0008】パケット交換システムは、しばしば、発信元からあて先へパケットを経路選択するために、インタネットプロトコル(IP)トランスポート法を使用する。そのようなシステムは、一般に、パケットを喪失する「ベストエフォート(best-effort)」技法を使用し、それらは一般に高い信頼性および予測可能な性能を保証する手段を欠く。スタティスティックな多重化は高いリンク利用を生じるが、IPデータネットワークにより提供されるベストエフォートサービスは、予測不可能な遅れ、ジッターおよびパケットロスを伴う。

【0009】現存するIPデータネットワークは優れた接続性を提供するが、それらは、エンドユーザに対してデータ伝送サービスを提供するためにIPデータネットワークを使用する様々なサービスプロバイダの間でネットワーク資源を制御可能に分配することができない。即ち、作業者の介入を典型的に必要とするプロビジョニング(provisioning)プロセスにより、即ち比較的頻繁に行われないうプロセスにより、TDMトランスポートサービスは、各サービスプロバイダに対して固定帯域幅の通信チャネルを提供する。

【0010】パケットデータトラフィックは本来的に不規則であり、即ち大量の使用のバーストの後に比較的無アクティブな期間が続くので、TDMトランスポートの固定帯域幅の「パイプ」は、IPデータトランスポートサービスプロバイダのようなトランスポートユーザがそれらのエンドユーザからの需要の変化に対応できる柔軟性を制限する。サービスプロバイダは、非常に混雑している間は、その伝送をやめる(scale back)に違いないというエンドユーザのよい振る舞いに頼らなければならない。

【0011】よく知られた「公衆の悲劇(tragedy of the commons)」は、ユーザの大きなグループの協力的なよい振る舞いに頼ることは、長い期間において合理的なアプローチでない可能性があることを示している。これは、利用が大きい期間の間、トラフィックをやめる(scale back)という協力をしない傾向にあるストリーミングビデオのようないくつかのアプリケーションにおいて、特に明らかにされている。

【0012】また、サービスレイヤおよびトランスポートレイヤは、そのようなマルチレイヤデュアルアーキテクチャ(回線交換トランスポート/IP)通信システムにおいて分離されているので、トランスポートマネジメントは、別個の動作および保守機能に分離されている。この動作および保守機能分離は、一般に、別個の組織の調整を必要とし、チャネルのエンドツーエンド準備のプロセスを困難なタスクにする。そのような準備は、過度の量の熟練および時間を必要とし、トラフィックエンジニアリングのタスクを複雑にし、結果として、同時にトランスポートコアがあまり利用されない間、サービス品質が低下する。

【0013】回線交換システムにより提供される高いサービス品質およびパケット交換システムにより与えられる高い利用度の両方を利用する一方で、サービスプロバイダに分化したサービス保証および対応するサービスレベルアグリーメントを提供するようにネットワークインフラストラクチャサポートを提供するシステムおよび方法が、非常に望ましい。また、そのようなシステムが、劇的に増大して、バックボーンネットワークインフラストラクチャの容量を最大限に分担し、少なくとも部分的にダイナミックにトランスポートコア帯域幅を管理することにより、出現しつつあるデータアプリケーションに対する洗練されたサービス分化を提供することが大変望ましい。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】SONET/SDHトランスポートネットワークの早い復旧、確かめられた安定性、低コストおよび低いトランスポート待ち時間を利用し、かつSONET/SDHトランスポートとIPトランスポートとの間のギャップを埋めて、動作コストを最小化しかつトラフィックエンジニアリングを容易にするシステムが強く望まれている。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の原理による通信システムは、ネットワーク内のノード間の効率のよい層間通信を提供するコンバージェンスプロトコルを含む。例えば、コンバージェンスプロトコルは、1つのネットワークノードのトランスポートレイヤが別のネットワークノードのサービスレイヤと直接的に通信することを可能にする。

【0016】例示的な実施形態において、サービスレイヤは、インタネットプロトコル(IP)レイヤとして構成され、これは、非同期転送モードスイッチングを使用することが可能であり、トランスポートレイヤは、SONETトランスポートレイヤである。各ノードは、アドドロップマルチプレクサ(ADM)またはデジタルクロスコネクトのような通信エレメントであり得る。この層間通信は、レイヤ1パススルーオペレーション(layer-1 pass through operation)により得られる。

【0017】本発明の一側面において、今までスタティックであったSONET帯域幅準備が、柔軟になる。また、トランスポートとサービスとの間の区分が取り除かれる。この増大した柔軟性は、分化したサービスの保証および対応するサービスレベルアグリーメントに対するサポートを提供する。このシステムは、回線交換システムに特有の高品質のサービスおよび同時にパケット交換システムの高い利用度の特徴を示す。

【0018】本発明の原理によるシステムは、新規のコンバージェンスプロトコルによりIPトランスポートおよびSONET/SDHトランスポートを合併させる。このアプローチにより提供される柔軟性は、リンクの内

部のトランスポート帯域幅のダイナミックな管理を可能にし、これにより、エンドツーエンド待ち時間がほとんどないバースト性のトラフィックを最小のコストで供給する。

【0019】例えば、4OC12CベースドOC48リンクのような1つのチャネル化されたインタフェースが与えられると、通常のスタティックプロビジョニング (provisioning) で、各支流 (tributary) のターミネーションは、延長された期間、しばしば数ヶ月について固定される。しかし、本発明の原理によれば、支流の終

端点 (termination point) は、サービスプロバイダのランタイムのニーズに適用するようにダイナミックに変更され得る。結果として、可能性のある再構成期間は、数ヶ月から数分に、または数秒にも減少され得る

【0020】本発明の原理によれば、通信ネットワークは、以下、コンバージェンスプロトコルと呼ばれるプロトコルを使用する。コンバージェンスプロトコルは、SONET/SDHトランスポートディテールをカプセル化し、変化するサービス需要に適用するために、オンザ

フライ (on the fly) で内部帯域幅が管理されることを可能にする。結果として、一般に、データサービスプロバイダは、外部インターネットバックボーンとSONET/SDHトランスポートバックボーンとの間のスムーズなインタフェースにより、トランスポートネットワークインフラストラクチャの内部のディテールを気にする必要がない。

【0021】SONET/SDHトランスポートバック

ボーンは、その内部帯域幅を適応的に再アレンジし、自動化されたエンドツーエンドプロビジョニングを可能にすることができる。1つまたは2つ以上のネットワーク

エレメントが、コアアクセスポイント (CAP) として構成され、SONET/SDHトランスポートと外部IPトランスポートとの間のインタフェースを提供する。

【0022】

【発明の実施の形態】図1の概念的ブロック図において、パケット交換コンポーネントおよび回線交換コンポーネントの両方を含む通信システム100が、本発明の原理に従って動作する。トランスポートレイヤにおいて、1つまたは2つ以上のSONET/SDHネットワークエレメント (この例示的な実施形態において、NE

1、NE2およびNE3) は、インターネットプロトコル (IP) デバイス104、非同期転送モード (ATM) デバイス106およびATMデバイス108のようなパケット交換デバイスに対する回線交換クロスコネク

トを提供する。

【0024】各パスは、複数のSONET/SDHネットワークエレメントを通過することができ、図1に示されていない他のパスと、これらのエレメントの各々を通る帯域幅を共有することができる。サービスプロバイダは、IPデバイス104とATMデバイス106との間およびIPデバイス104とATMデバイス108との間でデータを送信することを望む顧客による使用のために、パス110および112の各々において帯域幅の一部をプロビジョン (provision) することができる。

【0025】以下説明されるレイヤは、OSIレイヤと呼ばれ、例えば、Ming-Chwan Chow, "Understanding SONET/SDH" ANDAN Publisher, Holmdel, NJ pages 2-31 through 2-32 により説明されている。層間通信がエレメント内通信に制限されている通常のシステムと異なり、本発明による通信システムは、ネットワークエレメント間のレイヤ間通信を実行することができる。即ち、NE1のようなネットワークエレメントのサービスレイヤは、ネットワークエレメントNE2のトランスポートレイヤと通信することができる。

【0026】以下により詳細に説明するように、この通信パスは、本発明の原理によるネットワークが、パスにおける変化する帯域幅需要に適合するようにパス110および112を再プロビジョンすることを可能にする。これは、プロビジョニングがスタティックであり、かつマニュアルである通常のシステムと対称的である。即ち、通常のシステムにおいて、AOLのようなサービスプロバイダは、AT&Tのようなトランスポートサービスプロバイダによる再プロビジョニングをリクエストしなければならず、これは、作業者の介入を必要とする。そのような再プロビジョニングは、典型的には、1年に数回のみ行われる。

【0027】本発明の原理によれば、例えば、パス110が所定の伝送レートに対して、プロビジョンされ、NE1とNE2の間のリンクに対して需要のサージが生じる場合、ネットワークエレメントNE1は、NE1からNE2へのパス112および113に沿ってデータをNE2に供給するための十分な帯域幅をネットワークエレメントNE3に直接的にリクエストできる。この即時のプロビジョニングは、以下に詳細に説明する直接通信チャネル (DCC) における直接的な層間およびエレメント間通信により得られる。

【0028】図1のネットワークエレメントNE1、NE2およびNE3の各々は、CAPとして動作することができ、インターネットプロトコルを使用するもののようなパケット交換ネットワークに対するSONETトラン

サポートを可能にする。フロントエンド集合(aggregate)ルータは、エントリCAPと統合されることができ、パケットレベルトラフィックはエントリCAPによりサービスされ得る。また、各CAPがレイヤ3およびレイヤ1動作の両方を監視する能力を有するので、各CAPは、個々の論理パイプのサイズを"on the fly" (他のノードとコンバージェンスプロトコルメッセージを交換することにより) 再アレンジする能力を有する。

【0029】結果として、本発明のシステムは、パイプ利用を最適化するために帯域幅を適応的に調節することができ、同時に各CAPの性能監視に基づいてベストエフォートデリバトリフィックに対するサービスを改善する。これは、グローバルネットワークスタティスティックスを集める集中ネットワーク管理システムからの入力に基づいて帯域幅アレンジメントを調節することもできる。

【0030】図2の概念的ブロック図は、本発明の原理によるネットワークエレメント200のパケット交換コンポーネント202と回線交換コンポーネント204との間の相互接続を示す。パケット交換コンポーネント202は、ラインカード208および210に動作可能に接続されたインタネットプロトコルおよび非同期転送モードスイッチ206を含む。ラインカード208および210は、回線交換セルフ216の回線交換入力/出力214を通して回線交換セクション204へSONETリンク212により接続されている。

【0031】回線交換セクション202は、機構216、218および220のような複数のローカルスイッチ機構または回線交換シェルフを含み得る。機構の各々は、機構216のI/O214および216のようなI/O、ローカルスイッチコア222、シェルフコントロール224およびインタフェース226を含み得る。インタフェース226は、ローカルスイッチ機構とセントラルスイッチ機構228との間の通信を提供する。セントラルスイッチ機構228は、シェルフコントロール230、ローカル機構の各々に対するインタフェース232、およびセントラルスイッチコア234を含む。

【0032】図2のネットワークエレメント200のようなネットワークエレメントが、回線交換ネットワークとパケット交換ネットワークとの間のインタフェースとして使用され得る。ネットワークエレメントがこのように使用される場合、以下、これはコアアクセスポイントと呼ばれる。図3の概念的ブロック図に示されたネットワーク300は、エレメント306および308のIP伝送とエレメント310、312、314および316のSONETトランスポートとの間のインタフェースを提供するコアアクセスポイント302および304を含*

*む。即ち、ネットワークエレメント310、312、314、316、302および304の間の伝送は、SONET/SDHトランスポート伝送であり、ネットワークエレメント302、304、306、307および308間の伝送は、IP伝送である。

【0033】本発明の原理によれば、ネットワークエレメントは、以下、「コンバージェンスプロトコル"convergence protocol"」と呼ばれることになる新しいプロトコルとの組合せで、コアアクセスポイントとして動作する。コンバージェンスプロトコルは、OSIスタックをカプセル化する。コンバージェンスプロトコルデータユニットフォーマットは、図4に示されている。このデータユニットは、5バイトのヘッダおよび可変長フィールドを含む。ヘッダは、1バイトのコンバージェンスプロトコルディスクリミネータ、1バイト長インジケータ、長さ表示およびバージョン番号の間で分割された1バイト、1バイトのプロトコルデータユニットタイプインジケータ、およびチェックサムを含む。各プロトコルスタックは、それ自体のレイヤ構造を有する。

【0034】例えば、OSIにおいて、7個のレイヤ、物理、リンク、ネットワーク、トランスポート、セッション、プレゼンテーション、およびアプリケーションがある。この例示的な実施形態において、新しいプロトコルは、アプリケーションレイヤに置かれ、レングスインジケータは、関連するプロトコルデータユニット(PDU)の全長をバイトで示す。この数は、この例示的な実施形態において、4Kを超えない。PDUタイプインジケータは、それぞれがそれに関連づけられたそれ自体のフォーマットを有する256個のPDUタイプのうちのいずれか1つを示すために使用され得る。チェックサムバイトは、PDUのためのチェックサムを記憶する。

【0035】PDUは、256個のタイプのうちのいずれかであり、次のものを含む。

PDUタイプ: 00000000 ファンクション: パスキャッシング(Path Caching)

対応する可変長フィールドは以下のものを含む。

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

1番目の中間ノードNSAPアドレス: 20バイト

...

k番目の中間ノードNSAPアドレス: 20バイト

...

最後の中間ノードNSAPアドレス: 20バイト

【0036】PDUタイプ: 00000001 ファンクション: パスキャッシングコンファメーション(Path Caching Confirmation)

対応する可変長フィールドは以下のものを含む。

20バイト

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

レスポンス値: 1バイト

(値: YES=1/NO=0)

【0037】PDUタイプ: 00000002 ファン
クシオン: パスリムーバル(Path Removal)
対応する可変長フィールドは以下のものを含む。

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト *

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

STS-1スロットの数: 1バイト

STS-1スロット番号: 先行するフィールドにより決定される長さ

【0039】PDUタイプ: 00000004 ファン 10※対応する可変長フィールドは以下のものを含む。
クシオン: 帯域幅割当てコンファメーション ※

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

レスポンス値: 1バイト

(YES=1/NO=0)

【0040】PDUタイプ: 00000005 ファン
クシオン: 帯域幅割当て解除 ★

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

STS-1スロットの数: 1バイト

STS-1スロット番号: 先行するフィールドにより決定される長さ

【0041】PDUタイプ: 00000006 ファン
クシオン: トンネルド(Tunneled)OSPF

対応する可変長フィールドは以下のヘッダを含む。

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

以下の5個のタイプメッセージを含むオリジナルOSPF
メッセージで

ハロー (Hello)

データベースディスクリプション

リンクステートリクエスト

リンクステートアップデート

リンクステートAck

☆

LDP-REQUEST: ラベルリクエストメッセージ

LDP-MAPPING: ラベルマッピングメッセージ

LDP-WITHDRAW: ラベルウィズドローメッセージ

LDP-RELEASE: ラベルリリースメッセージ

LDP-NAK: LDPノーティフィケーション

【0043】PDUタイプ: 00000008 ファン
クシオン: トンネルドMPLSCRLDP

対応する可変長フィールドは以下のヘッダメッセージを含む。

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

以下のメッセージを含むオリジナルの制約ルーティング
ラベルディストリビューションプロトコル(CRLDP)
メッセージとともに、

CRLDP-REQUEST: ラベルリクエストメッセ
ージ

CRLDP-MAPPING: ラベルマッピングメッセ 50

*あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

【0038】PDUタイプ: 00000003 ファン
クシオン: 帯域幅割当て

対応する可変長フィールドは以下のものを含む。

★対応する可変長フィールドは以下のものを含む。

☆注: この仮定は、OSPF-2がサポートされているこ
とである。OSPF-2は、例えば、J. Moy, "OSPF R
2.0, IETF RFC2328, ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2
328.txt April 1998, に記載されている。

【0042】PDUタイプ: 00000007 ファン
クシオン: トンネルドMPLSLDP対応する可変長フ
ィールドは以下のヘッダメッセージを含む。

ソースノードNSAPアドレス: 20バイト

30 あて先ノードNSAPアドレス: 20バイト

以下の5個のタイプメッセージを含むオリジナルLDP
メッセージとともに、

ージ

40 【0044】この例示的な実施形態において、LDP中
で使われるラベルウィズドロー、ラベルリリースおよ
びラベルノーティフィケーションメッセージは、CRL
DPに対して直接的に使用され得る。

【0045】前述したように、本発明は、SONETま
たはSDHを使用して採用され得る。説明の便宜およ
び明瞭さのために、以下の例示的な実施形態は、STS-
NのようなSONETに関連する用語を使用してSON
ETについて説明されるが、当業者によりSDH実施形
態に拡張され得る。

【0046】1. 初期化

1. 1 インタミディエートシステム—インタミディエートシステム (IS-IS) ベーストポロジ—オートディスカバリー (Intermediate System-Intermediate System (IS-IS) based topology Auto-discovery): 初期化において、各CAPがネットワークサービスアクセスポイント (NSAP) アドレスおよびIPアドレスでプロビジョンされたと仮定し、CAPノードはOS IスタックおよびTCP/IPスタックの両方をランさせる。これに対応して、各コアインタミディエートポイント (CIP) ノード (厳密にデジタルクロスコネクトシステム (DCS) でありSONET/SDHトランスポートの一部として働くSONET/SDHネットワークエレメント) が、NSAPアドレスでプロビジョンされ、OS Iスタックのみをランさせる。

【0047】レベル2 IS-IS がサポートされると、マルチプルエリアベースドインフラストラクチャが、サポートされ、フル20バイトNSAPが使用される。シングルリング、リングベースドメッシュインタコネクション、メッシュベーストポロジ—などのようないかなる対応が物理ネットワークトポロジ—も、新しいコンバージョンプロトコルと共に使用され得る。本発明の側面において、この仮想自律的システムのトポロジ—は、IS-IS HELLOメッセージの交換に基づいてIS-IS隣接関係を解決することにより、そして、IS-ISリンクステートPDU (LSP) の交換に基づいてCAPおよびCIPを含む各ノードの物理トポロジ—を確立することにより、自動的に見いだされ得る。

【0048】1. 2 CAPパス確立

各CAPノードは、この仮想自律的システムに対するゲートウェイとして働く。各CAPは、インテリアゲートウェイプロトコル (IGP) またはエクステリアゲートウェイプロトコル (EGP) ルーティングメッセージのいずれかによりエクスターナルルーティングネイバー (external routing neighbors) との隣接関係を確立する。隣接関係の確立の後に、CAPは、ルーティングアップデートメッセージにより外部ルート到達可能性情報を得る。

【0049】各CAPペアは、内部論理パスを確立する。即ち、CAP間の1つまたは2つ以上の中間ノードがあり得るが、各CAPは、他のCAPのノードアドレスを見いだすことにより、他のCAPへの論理パスを確立する。論理パスを確立するために、IS-IS通信は、以下のように強化される。通常のIS-IS通信は、"Intermediate System To Intermediate System Intra-domain Routing Exchange Protocol For Use In Conjunction With The Protocol For Providing The Connectionless-mode Network Service (ISO8473)", ISO DP 10589に記載されている。通常のIS-ISレベル2 LSPは、図5に示されたフォーマットを示す。

【0050】本発明の原理によれば、図5のフォーマッ

トが使用され、これにより現存するIS-ISスタックとのコンパチビリティを維持する。しかし、可変長フィールドは、各CAPがIS-IS LSPアップデートに基づいて他のCAPへそのIPアドレス情報を溢れ(flood)させることができるように拡張される。

【0051】IS-ISレベル2 LSP可変長フィールドフォーマットは、図6に示されており、1つのバイトがコードを示し、1つのバイトがフィールドの長さを示し、残りが値を示す。

【0052】本発明の原理によれば、2つのCODE、CODE 15およびCODE 16が、図7の強化されたIS-ISレベル2 LSP可変長フィールド図に示されているように、IP-V4およびIP-V6アドレスアナウンスメントをサポートするために使用される。CODE 15は、IP-V4アドレスをアドバタイズするために使用され、CODE 16はIP-V6アドレスをアドバタイズするために使用される。IS-IS LSPアップデートの期間の間に、各CAPは、強化されたIS-IS LSPに基づいてそのマネージメントIPアドレス (IP-V4またはIP-V6のいずれか) をアドバタイズし、各CIPは、強化されたIS-IS LSPフィールドを無視することになる。

【0053】強化されたIS-IS LSPの受信にตอบสนองして、CIPはPDUを通常通りに処理し、CAPは入ってくる情報に基づいてそのルーティングテーブルを追加的にリフレッシュすることになる。入ってくるデータが新しいIPアドレスを含む場合、CAPは、図8のバインディングテーブル図に示されているように、そのアドレスバインディングテーブルに新しいエントリを追加する。CAPにより受信される新しいアドレスが別のCAPのアドレスである場合、各CAPがそのIPマネージメントアドレスを別のCAPにアドバタイズするだけであるという過程で、プロセスが以下のように進む。

【0054】プロセス1、論理パス確立: (別のCAPノードBからIPアドレスをちょうど受信した現在のノードをAとする)

ステップ1: ノードBのIPアドレスに関連づけられた送信者のNSAPアドレスを見つける。

ステップ2: IS-ISルーティングテーブルルックアップに基づいてAとBとの間の物理パスを見だし、パス情報を記録する。

【0055】ステップ3: コンバージョンプロトコルパスキャッシングメッセージをこの物理パスで送る。このメッセージ内で、ソースノードはAであり、あて先ノードはBであり、中間ノードのNSAPアドレスも含む。

ステップ4: パス上の各ノードに対して、そのようなパスキャッシングメッセージの受信の後、そのパス情報テーブルをリフレッシュする。AとBとの間にエントリがない場合、新しいエントリを追加し、そうでない場合、

次のノードのNSAP情報を対応するエントリに入れる。このパステブルの各エントリは、図9のパステブル図に示されたフォーマットでなければならない。

【0056】ステップ5：これが最終あて先であるかどうかを決定する。ノーである場合、それ自体のNSAPアドレスをバスキャッシングメッセージから取り除き、この修正されたメッセージを次のノードに送る。イエスである場合、ソースAからバス情報が受信されたことを記録する。それがAに到達するバスを有するかどうかをダブルチェックする。

【0057】イエスである場合、バスコンファメーションメッセージをソースAに送り返す。ノーである場合、受信されたメッセージ中に含まれるAのNSAPアドレスに基づいて、IS-ISルーティングテーブルルックアップに基づいてAに到達する物理バスを生成し、Aにそれ自体のバスキャッシングメッセージを送り（ソースノードはBであり、あて先ノードはAであり、それは中間ノードのNSAPアドレスを含む）、そしてバスコンファメーションメッセージをソースAに送り返す。

注：この場合において、各中間ノードは、BからAへのバス情報をまず受信し、その後受信される（フォワード）バスコンファメーションメッセージを処理することを保証される。

【0058】上記のプロセスにより、各CAPはそれ自体のアドレスバインディングテーブルを確立するだけでなく、他のCAPに到達するバス情報をも得る。

【0059】本発明の原理によれば、スタティックにプロビジョンされたインタネットチャネルは、ダイナミック帯域幅マネジメントメカニズムによりバースト性のトラフィックを満足させるために使用される。ダイナミック帯域幅マネジメントメカニズムは、新しいヘッダテーブルおよびステータステーブルのようなリソースマネジメント構造および、CAPが様々な帯域幅リクエストに応答するために使用できるプロセスを含む。ダイナミック帯域幅マネジメントを提供するために使用されるメカニズムおよびプロセスは、図10および11との関連でより詳細に説明される。

【0060】CAPおよびCIPノードの両方に対して、1つの物理リンクが1つの帯域幅に関連づけられている場合、各リンクに関連づけられたリソーステーブルがある。WDMが使用される場合、各入に関連づけられたリソーステーブルエントリがある。このリソーステーブルの属性は、その隣接するもののアドレス情報、およびそのSTS-1支流（tributaries）の各々の物理的ステータスを含む。ここで、SONETネットワークエレメントに、STS-1レベルクロスコネクタキャパシティが備えられていることが仮定されている。

【0061】このリソーステーブルの取り扱い、新しいプロトコルを、現在のSONET/SDHのような単一波長オブティクスおよび多波長オブティクスを備えた

アプリケーションに対して適切なものにする。1番目の場合において、各リンクはリソースヘッダテーブルにおいて1つのエントリと関連づけられており、2番目の場合において、各波長は、リソースヘッダテーブルにおいて1つのエントリと関連づけられている。

【0062】各ノードに対するヘッダ情報は、図10に示されているようにテーブルとして組織され、このテーブル中の各エントリは、1つのリンクに関連づけられているかまたは1つの波長に関連づけられている。各エントリに対するフォーマットは、図10に示されている。このテーブル中の各エントリに対して、初期化時において、NSAPアドレスフィールドが、ネイバーのNSAPアドレスとしてプロビジョンされ、"利用可能な帯域幅"フィールドは、このリンク/波長の物理的容量またはそれがサポートできるSTS-1の数としてプロビジョンされる。そして、STS-1アレイポインタは、ランタイムにおいて初期化され、このヘッダテーブルエントリに関連づけられた対応するSTS-1アレイの物理的スターティングアドレスを指し示す。

【0063】本発明の原理によるコンバージェンスプロトコルベースドトランスポートネットワークは、現行のSONET装置とコンパチブルな装置を使用することができる。結果として、UPSRおよびBLSRのような現行のSONET復元アプローチが、直接的に適応され得る。また、各CAP中のルーティング/LSR機能で、最新のMPLSベースド復元アプローチが、SONETバス/ラインレベルの代わりにIPフローレベルにおける保護グラニュラリティ（granularity）をエンドユーザが好む場合に使用され得る。一般に、新しいトランスポートネットワークアーキテクチャは、様々な保護スイッチングソリューションを提供する。

【0064】STS-1ステータステーブルエントリのフォーマットは、図11に示されており、"フリーステータス"は、このSTS-1スロットが割り当てられたかどうかを示し、あて先NSAPアドレスはこの支流（tributary）の対応するあて先アドレスが何であるかを示し、"利用可能な帯域幅"は、このSTS-1スロット内の利用可能な帯域幅を示す。

【0065】本発明の原理によれば、ランタイムにおいて、各CAPは様々なフォーマットの帯域幅リクエストを受信することができ、これは、SNMPコマンドによりサービスプロバイダから明示的（explicitly）に得ることができ、またはMPLSラベルスイッチングバスセットアッププロセスから黙示的（implicitly）に得られる。これらのリクエストは、2つの異なるカテゴリ、即ち、帯域幅割当ておよび帯域幅割当て解除に分類され得る。各リクエストに関連づけられて、IPあて先アドレスおよび帯域幅を含む情報が提供される。

【0066】これに応じて、本発明の原理によるCAPは、以下に示すように帯域幅を割当てまたは割当て解除

10

20

30

40

50

することができる。説明されるプロセスのうちのいずれかが、明示的SNMPプロビジョニングコマンドとして働くために使用することができる。また、いずれのプロセスもダイナミック割当てをサポートするために使用され得る。ダイナミック割当ては、例えばMPLS明示的ルーティングのようなアプリケーションをサポートするために使用され得る。

【0067】STS-1レベル帯域幅ダイナミック割当て

注：ここで、帯域幅要求は、STS-1のN倍でなければならない。

プロセス2：CAPノードAを開始するため：

ステップ1：IPあて先アドレスを受信する。

ステップ2：アドレスバインディングテーブルにより対応するNSAPアドレスを見つける。そして、パステータブルに基づいて、次のCAPに到達するための物理パスを見つける。

【0068】ステップ3：パステータブルから得られた情報に基づいて次の中間ノードのNSAPアドレスを見つける。これをノードBとし、以下の条件を満足するリンクを見つけだすためにリソースヘッダテーブルをチェックする。このリンクのネイバーはB。このリンクの利用可能な帯域幅は必要とされる帯域幅を超える。そのようなリンクがない場合、ノーを応答する。

【0069】ステップ4：コンバージェンスプロトコル帯域幅割当てメッセージを次のノードに送る。メッセージはソースノードNSAPアドレス、あて先ノードNSAPアドレス、必要とされる帯域幅、および同定されたSTS-1スロットを含む。そして、次のノードからのコンファメーションメッセージを待つ。

ステップ5：次のノードから帯域幅割当てコンファメーションメッセージを得る。イエスである場合、帯域幅割当てを反映するように、対応するリソースヘッダテーブルおよび関連するSTS-1ステータステーブルを修正する。対応するフレーマ（framer）をプロビジョンする。イエスを応答する。ノーである場合、ノーを応答する。

【0070】中間CIPノードおよびあて先CAPノードに対して、

ステップ1：先行するノードからの帯域幅割当てメッセージの受信の後、それが最終あて先であるかどうかをチェックする。イエスである場合、先行するノードに帯域幅割当てコンファメーションメッセージによりイエスを応答し、STS-1のこのグループ内のトラフィックがパケットスイッチング機構により処理されるようにパスターミネーションとして対応するSTS-1をプロビジョンし、対応するフレーマをプロビジョンする。

【0071】ステップ2：そうでない場合、これは最終あて先ではない。パステータブルにより、次のNSAPアドレスを見だし、これをNとする。

ステップ3：以下の条件を満足するリンクを見つけだすためにリソースヘッダテーブルをチェックする。このリンクのネイバーはNである。このリンクに対して利用可能な帯域幅は必要とされる帯域幅を超えない。そのようなリンクがない場合、帯域幅割当てコンファメーションメッセージによりノーを応答する。

【0072】ステップ4：コンバージェンスプロトコル帯域幅割当てメッセージを次のノードに送る。メッセージは、ソースノードNSAPアドレス、あて先ノードNSAPアドレス、必要とされる帯域幅、現在のノードが割り当てられたSTS-1番号を含む。そして、次のノードからのコンファメーションメッセージを待つ。

ステップ5：次のノードからコンファメーションメッセージを得る。イエスの場合、帯域幅割当てを反映するように対応するリソースヘッダテーブルおよび関連するSTS-1ステータステーブルを修正する。先行するノードにより特定されたSTS-1スロットとそれが割り当てたSTS-1スロットとの間に対応するクロスコネクトをセットアップし、この情報をクロスコネクトテーブルに記録し、イエスを応答する。ノーである場合、ノーを応答する。

【0073】プロセス3：STS-1レベル帯域幅割当て解除：

イニシエーティングCAPノードに対して：

ステップ1：IPあて先アドレスを受信する。

ステップ2：アドレスバインディングテーブルにより所定のIPアドレスの対応するNSAPアドレスを見つける。

ステップ3：パステータブルから得られた情報に基づいて、次の中間ノードにNSAPアドレスを見つける。リソースヘッダテーブルおよび関連するSTS-1ステータステーブルから対応するNSAPに到達するために割り当てられたSTS-1を見つけだし、所定の要求条件に基づいてその正確な数を選ぶ。

【0074】ステップ4：コンバージェンスプロトコル帯域幅割当て解除メッセージを次のノードに送る。メッセージは、ソースノードNSAPアドレス、あて先ノードNSAPアドレス、リリースされた帯域幅およびそれら同定されたSTS-1スロットを含む。

ステップ5：帯域幅割当て解除を反映するように対応するリソースヘッダテーブルおよび関連するSTS-1ステータステーブルを修正する。このグループのSTS-1を割当て解除するために、フレーマを再プロビジョンする。

【0075】中間CIPノードおよびあて先CAPノードに対して：

ステップ1：先行するノードからの帯域幅割当て解除メッセージの受信の後、それが最終あて先であるかどうかをチェックする。イエスである場合、入ってくるメッセージに含まれているSTS-1のフレーマを再プロビジ

ョンし、戻る。

ステップ2: そうでない場合、これは最終あて先でない。パステーブルにより、次のNSAPアドレスを見つけだし、それをNとする。

【0076】ステップ3: クロスコネクトテーブルに基づいて、対応するSTS-1クロスエントリを見つけ出す。対応する外へ出るSTS-1スロットエントリを見つけだし、これらのクロスコネクトプロビジョンを削除する。

ステップ4: コンバージェンスプロトコル帯域幅割当て解除メッセージを次のノードに送る。メッセージは、ソースノードNSAPアドレス、あて先ノードNSAPアドレス、必要とされる帯域幅およびこれらの同定されたSTS-1スロット番号を含む。そして、戻る。

【0077】以上に説明されたトポロジーディスカバリーおよびダイナミック帯域幅割当ては、最小のブロッキングを提供するエンドツーエンドマルチプロトコルラベル効果(MPLS)パスを確立するために使用され得る。QoSを強化されたMPLSをサポートするために、各CAPノードは、L. Anderson 等による"LDP Specification, available at <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-ldp-03.txt>, january 1999に記載されたラベルディストリビューションプロトコル(LDP)およびB. Jamoussi 等による"Constraint-based LSP Setup Using LDP," <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-ldp-01.txt>,に記載されたコンストレインドルーティングラベルディストリビューションプロトコル(CRLDP)をサポートすべきである。

【0078】この例示的な実施形態において、各CAPは、ラベルスイッチングルータ(LSR)として働く。CAPがコア(または中間)LSRとして配置されていると仮定する場合、エッジLSRの役割は、通常のIPヘッダをラベルに変換し、LDPパスセットアップメッセージを開始することである。

【0079】明示的ルーティングに基づくトラフィックエンジニアリングをサポートするために、CRLDPメッセージが、ラベルスイッチングパスを明示的にセットアップするために使用される。各CAPによりアドバタイズされる情報に基づいて、外部ルータが、この仮想自律システムについてのクリアなトポロジー情報を有することになる。結果として、外部ルータは、この仮想自律システムをトラバースするパスをセットすることができる。

【0080】ベストエフォートデリバリーを超えて、エンドツーエンドQoSラベルスイッチングをサポートするために、本発明の原理によるシステムは、明示的パスに沿って、対応するIPフローに関連づけられたトラフィックコントラクトを送る。結果として、パス上の各ノードは、事前に、トラフィックコントラクトリクエスト

をサポートできるかまたは否定するかを決定することができる。

【0081】エンドツーエンドQoSベースDLSPをセットアップするために使用されるプロセスが続く。CRLDPはハードステートインプリメンテーションに基づくので、RSVPの代わりにCRLDPが帯域幅を予約するために使用されると仮定されている。RSVPはソフトステートプロトコルインプリメンテーションに基づくので、周期的ステートリフレッシュが、非常に大きな帯域幅および演算を消費する可能性があり、したがってCRLDPが好ましい。

【0082】制御パスに関して、外部コアルータがIPフローのトラフィックリクエストを受信する場合、コアルータは、このリクエストを隣接するCAPに送り、明示的パスにおいて示された次のノードが隣のCAPである場合、これをAとする。そして、ノードAは、所定のトラフィックコントラクトおよびコネクションアドミッションコントロールメカニズムに基づいて、次のCAPに到達するために必要とされる等価な帯域幅を生成する。

【0083】そして、ノードAは、現存するポートがこのリクエストを満足するかどうかを決定するために、そのリソーステーブルを参照する。イエスの場合、ノードAは帯域幅を予約し、そのリクエストを次のノードに送る。一方、ノードAの現存するポートがリクエストを満足できない場合、ノードAはこのリクエスト満足させるために次のポートをセットアップするために必要とされるSTS-1の最も近いナンバーを計算し、以下に基づいて、内部パス(トリビュータリー)を決定する。

【0084】(1) 所定のリクエストに含まれる次のノード(CAP)情報

(2) アドレスバインディングテーブルおよびパステーブルに基づいてこのCAPに到達するための物理パス

(3) プロセス2に基づいて、このフローを受け入れるかこのリクエストを否定するかパスをプロビジョンする。このIPフローが移行されうる場合、新しいコンバージェンスプロトコルベースドトンネルCRLDPメッセージが次のノードに送られる。

【0085】(4) 次のノードがあて先CAPではなくCIPである場合、コンバージェンスプロトコルベースドトンネルCRLDPメッセージの受信の後、パステーブルに基づいて次のノード情報を得て、それが次のCAPに到達するまで、それを次のノードに送ることになる。

(5) 次のCAPは、リクエストをターミネートし、そのエグレス(egress)リンクを計算し、それがサポートできるかどうかを決定する。サポートできない場合、トンネルCRLDPメッセージにより"ノー"をエントリCAPに送り返す。そうでない場合、該当する場合、リクエストを次のノード(ルータ/CAP)に送り、応答

を待つ。

【0086】(6) 次のCAPが外へ出ていくラベルを含む応答を得た後(ポジティブであることを仮定する、そうでない場合、ノーをエントリCAPに送り返す)、このIPフローに対するそれ自体のイングレスラベル(ingress label)を割当て、それが割り当てたラベルを含むトンネルDRLDPメッセージによりそれをエントリCAPに送る。

(7) あて先CAPにより割り当てられたエグレスラベルを含む応答をソースCAPが得た後、このIPフローに対するそれ自体のイングレスラベルを割当て、それを外部コアルータに送る。

【0087】上記の制御メッセージ交換により、本発明の原理によるシステムは、トランスポートコアをトラバースする入ってくるIPフローに対するLSPをセットアップする。LSPを確立した後、データフローは以下のようになる。

【0088】(1) このIPフローのパケットは、コアルータからエントリCAP(これをAとする)に送られる。

(2) ラベルの正確なマッチングに基づいて、ノードAは、使用されるべき対応する内部チャネル/トリビュタリーを見つけ、イングレスラベルをエグレスラベルにスワップし、次のノードがCIPである場合、ノードAはパケットを次のノードに送る。

【0089】(3) 中間SONETノードは、クロスコネクト機構を介してパケットをこの内部チャネルを通過させる。この内部チャネルは、新しいコンバージェンスプロトコルシグナリングにより確立されたクロスコネクト機構に基づくSONETパスである。

(4) あて先CAPは、ラベルの正確なマッチングにより内部チャネル/トリビュタリーをターミネートし、イングレスラベルをエグレスラベルにスワップし、フローを次のLSRに送る。

【0090】このアプローチを使用することは、柔軟な帯域幅適用形バックボーンを提供する。また、最小のエンドツーエンド待ち時間が必要とされる。これは、エントリCAPおよびエグジットCAPのみが、レイヤ2ラベルスワッピングおよび関連するパケットフローキューイング(queueing)に関与するからである。また、中間CIPにおいて、レイヤ1パススルーは、最小の(決定的)トラバース待ち時間を与える。

【0091】本発明の原理によれば、帯域幅オンデマンドSONET/SDHトランスポートインフラストラクチャは、以下に示すように、新しいコンバージェンスプロトコルを使用して有効にされ得る。

【0092】1つの例示的な実施形態において、集中化されたリソースマネージメントアプローチを使用して、ネットワークマネージメントシステムは帯域幅割当てをトリガする。パスセットアップ期間の間に、これは以下

の情報をイニシエーティングノード(のみ)に送る。即ち、あて先アドレスおよび必要とされる帯域幅である。そして、コンバージェンスプロトコルは、パス上のノード間で帯域幅情報を交換するために使用される。上述したプロセス2および3は、このアプローチをサポートするために使用され得る。

【0093】ステップ1: NMSは、CAP S1のATM/IPサイドへ物理パスプロビジョニング情報を送る。これは、以下の情報を含む:(GUIインタフェースによると仮定する)

CAP S2のマネージメントATM/IPアドレス
必要とされる帯域幅: この例において、OC-3Cを仮定する

両方の端部に対する論理リンクレイヤプロビジョニング情報(IPの場合において、フレームリレーまたはPPPプロビジョニング情報)

(両方の端部に対して) 論理ポートプロビジョニング情報

(両方の端部に対して) ATM/IPアドレス情報

ルーティング情報プロビジョニング(IPの場合に対して、OSPF/RIP/BGP、ATMの場合に対して、OPSF/PNNI)

【0094】ステップ2: CAP S1のATM/IPサイドが、CAP S2の所定のATM/IPマネージメントアドレス情報に基づいてそのアドレスバインディングテーブルを参照することにより、CAP S2の対応するマネージメントNSAPアドレスを見つける。CAP S2の対応するマネージメントNSAPアドレスを見つけない場合、否定的応答がNMSに送り返される。そうでない場合、ステップ3に進む。

【0095】ステップ3: CAP S1のATM/IPサイドは、プロビジョニング情報をそのSONETサイドに送る。これは、CAP S2の帯域幅要求条件情報およびマネージメントNSAPアドレスを含む。

【0096】ステップ4: CAP S1のSONETサイドは、まず、CAP内のインタコネクト帯域幅がこの要求条件を満足するために十分であるかどうかを決定する。そうでない場合、それは、否定的応答をCAP S1のATM/IPサイドに送り返し、そして、この否定的応答はさらにNMSに送られる。

【0097】ステップ5: インタコネクト帯域幅がこれに適合できる場合、確立されたSONETトポロジーに基づいて、CAP S1のSONETサイドは、CAP S2のSONETサイドに到達するためのパスを見つけだし、これはCAP S2に到達するために使用することができるそのエグレスポートをも見つけた。もしできない場合、否定的応答をCAP S1のATM/IPサイドに送り返し、そしてこの否定的応答は、さらにNMSに送られる。

【0098】ステップ6: そして、CAP S1のSO

NETサイドは、同定されたエグレスポートのいずれかに対して、エグレスポート帯域幅がこの要求条件を満足するために十分であるかどうかを決定する。もし満足しない場合、それは、CAPS1のATM/IPサイドへ否定的応答を送り返し、そしてこの応答は、さらにNMSに送られる。

【0099】ステップ7：そのエグレスポート帯域幅がこの要求条件に適合できる場合、同定されたパス情報に基づいて、CAPS1のSONETサイドは、所定のSTS-1スロットを予約し、シグナリングメッセージフローを開始し、それを次のノードに送り、次のノードからの応答を待つ。このメッセージは、パス情報および予約されたSTS-1スロット情報を含む。(ソース/明示的ルーティングが使用されていると仮定している)

【0100】ステップ8：次のノードから受信された応答が肯定的である場合、CAPS1のSONETサイドは、対応するクロスコネクをプロビジョンし、CAPS1のATM/IPサイドへ、適切なシグナリングにより物理的プロビジョニング情報を送る。そして、ATM/IPサイドは、物理レイヤ、論理リンクレイヤおよびATM/IPレイヤに対応するトリビュタリーをプロビジョンすることになり、そしてルーティングスタックを開始する。そして、肯定的応答は、NMSへ送り返される(この場合においてNavis)。次のノードから受信された応答が否定的である場合、CAPS1のSONETサイドは、STS-1スロット予約をキャンセルし、否定的応答をCAPS1のATM/IPサイドへ送り返し、そしてこの否定的応答は、NMSへさらに送られる。

【0101】分散型リソースマネージメントアプローチを使用して、各CAPノードは、アップツーデートトランスポートネットワークトポロジーを有し、各CAPは、パフォーマンスモニタリング情報を集める。上記の情報に基づいて、これは、リンクの帯域幅が調節されるべきかどうかについてそれ自体で決定を行う。各CAPは、ルーティングテーブルルックアップに基づいてパスを確立し、パフォーマンスモニタリングに基づいて各確立されたトリビュタリーに対する帯域幅を再調節するための決定を行い、上述したコンバージェンスプロトコルプロセス2および3によりパス上の他のノードと帯域幅割当て/割当て解除情報を交換する。

【0102】図12において、システム1200は、ネットワークマネージメントシステム1202、それぞれATM/IPネットワーク1208および1210に接続された第1および第2のユーザ1204および1206を含む。ルータR1ないしR4は、ユーザ1204および1206を、ATM/IPネットワーク1208および1210を通してそれぞれCAP1212および1214に接続する。これは、SONET/SDHシステム1216のトランスポートフォスリティへのアクセス

を提供する。

【0103】そのような帯域幅割当てプロセスは、図13のシナリオを参照して以下に説明する。

ステップ1：NMSは、物理バスプロビジョニング情報をCAP1のATM/IPサイドに送る。これは、以下の情報を含む：(GUIインタフェースによると仮定している)

CAP2のマネージメントATM/IPアドレス

必要とされる帯域幅：この場合において、OC-3Cを仮定している

両方の端部に対する論理リンクレイヤプロビジョニング情報(IPの場合、フレームリレー、またはPPPプロビジョニング情報)

(両方の端部に対して) 論理ポートプロビジョニング情報

(両方の端部に対して) ATM/IPアドレス情報

ルーティング情報プロビジョニング(IPの場合に対して、OSPF/RIP/BGP、ATMの場合に対して、OPSF/PNNI)

【0104】ステップ2：CAP1のATM/IPサイドは、CAP2の所定のATM/IPマネージメントアドレス情報に基づいてそのアドレスバインディングテーブルを参照することにより、CAPS2の対応するマネージメントNSAPアドレスを見つける。CAP2の対応するマネージメントNSAPアドレスが発見できない場合、否定的応答がNMSに送り返される。そうでない場合、ステップ3に進む。

【0105】ステップ3：CAP1のATM/IPサイドは、プロビジョニング情報をそのSONETサイドに送る。これは、CAP2の帯域幅要求条件情報およびマネージメントNSAPアドレスを含む。

【0106】ステップ4：CAP1のSONETサイドは、まず、CAP内のインタコネク帯域幅がこの要求条件を満足するために十分であるかどうかを決定する。十分でない場合、これは、CAP1のATM/IPサイドへ否定的応答を送り返し、そして、この否定的応答はさらにNMSに送られる。

【0107】ステップ5：インタコネク帯域幅がこれに適合できる場合、確立されたSONETトポロジーに基づいて、CAP1のSONETサイドは、CAP2のSONETサイドに到達するためのパスを見つけだし、これは、CAP2に到達するために使用できるそのエグレスポートを見つけだす。もしできない場合、それは否定的応答をCAP1のATM/IPサイドに送り返し、そして、この否定的応答はNMSへさらに送られる。

【0108】ステップ6：そして、CAP1のSONETサイドは、いずれかの同定されたエグレスポートに対してエグレスポート帯域幅がこの要求条件を満足するために十分であるかどうかを決定する。十分でない場合、それは否定的応答をCAP1のATM/IPサイドに送

り返し、そしてこの応答はNMSへさらに送られる。

【0109】ステップ7: このエグレスポート帯域幅がこの要求条件に適合できる場合、同定されたパス情報に基づいて、CAP1のSONETサイドは、所定のSTS-1スロットを予約し、シグナリングメッセージフローを開始し、それを次のノードに送り、次のノードからの応答を待つ。このメッセージは、パス情報および予約されたSTS-1スロット情報を含む。(ソース/明示的ルーティングが使用されると仮定している)

【0110】ステップ8: 次のノードから受信された応答が肯定的である場合、CAP1のSONETサイドは対応するクロスコネクトをプロビジョンし、適切にシグナリングすることにより物理的プロビジョニング情報をCAP1のATM/IPサイドに送る。そして、ATM/IPサイドは、物理レイヤ、論理リンクレイヤおよびATM/IPレイヤを含む対応するトリビュタリーをプロビジョンすることになり、そして、ルーティングスタックをイニシエートする。そして、肯定的応答は、NMSへ送り返される(この場合においてNavis)。

【0111】次のノードから受信される応答が否定的である場合、CAP1のSONETサイドはSTS-1スロット予約をキャンセルし、そして否定的応答をCAP1のATM/IPサイドに送り返し、そしてこの否定的応答は、さらにステップ9ないし11においてNMSに送られる。

【0112】本発明の原理による別の例示的实施形態において、ネットワークは、プロトコルドリブプリソースマネージメントを使用する。このアプローチで、CRLD PまたはRSVPなどのような帯域幅予約プロトコルは、帯域幅割当てをトリガするために使用され得る。前述したように、これらのプロトコルは、(対応するQoSをサポートするために) 黙示的帯域幅要求条件および明示的パス情報を具現化する。コネクションアドミッションコントロールアルゴリズムに基づいて、エントリCAPノードは、黙示的帯域幅要求条件を等価な帯域幅に変換し、そして、入ってくるプロトコルメッセージに示されたパス上の他のノードと帯域幅割当て/割当て解除情報を交換する。

【0113】図14のフローチャートは、本発明の原理による初期化、CAPパスの確立、および帯域幅のダイナミックな割当てのプロセスを示す。本発明の原理による帯域幅の割当て解除もフローチャートに示されている。ステップ1400において、プロセスが開始し、ステップ1402に進み、コンバージェンスプロトコルを使用するノードが初期化される。初期化は、CAPにおけるOSIスタックおよびTCP/IPスタックの両方のランニングおよびCIPにおけるOSIスタックのランニングを含む。

【0114】プロセスは、ステップ1402からステップ1404に進み、ネットワークノードは、“IS-I

Sベースドトポロジーオートディスカバリー”と呼ばれる上記のセクションに詳細に説明したオートディスカバリーのプロセスに従う。ステップ1404に続いて、プロセスはステップ1406に進み、各CAPペアは、それら自体の間に論理パスを確立する。この論理パスの確立は、ラベル交換パス可変長フィールドを使用する他のCAPに値するCAPのIPアドレス情報のフロディンク(flooding)を必要とする可能性がある。論理パス確立プロセスは、“CPAパス確立”という名称の上記のセクションにより詳細に説明されている。

【0115】ステップ1406から、プロセスはステップ1408に進み、受信ノードは、受信ノードがCIPである場合、それを通常の方法で取り扱うことにより、本発明の原理に従って、IS-ISラベル交換パスメッセージの受信に応答する。さらに、CAPは、入ってくる情報に基づいて、そのルーティングテーブルをリフレッシュする。このプロセスは、図7との関連でより詳細に説明されている。ステップ1408から、プロセスはステップ1410に進み、CAPは、アドレスバインディングテーブルを確立し、他のCAPに到達するために必要なパス情報を得る。

【0116】このプロセスは、上述した“プロセス1”との関連でより詳細に説明されている。ステップ1410から、プロセスはステップ1412に進み、ノードは、それがあて先CAPに到達するまで、コンバージェンスプロトコル帯域幅割当てメッセージをノードからノードに渡す。ステップ1414において、パス上の帯域幅が、利用可能な場合、割当てられる。ステップ1412および1414のプロセスは、前述した“プロセス2”の説明においてより詳細に説明されている。

【0117】あるポイントにおいて、帯域幅割当て解除の必要性がある可能性があり、その場合において、プロセスはステップ1416へ進み、ノードはあて先CAPに到達するまで、ノードツーノードで、コンバージェンスプロトコル帯域幅割当て解除メッセージを渡す。ステップ1418において、適切に、帯域幅が割当て解除される。ステップ1416および1418のプロセスは、上述した“プロセス3”の説明においてより詳細に説明されている。全体のプロセスは、例えばメンテナンスまたはインストレーション動作の間に、例えばステップ1420において、エンドへ進み得る。

【0118】本発明の特定の实施形態の上記の記載は、例示のために示されたものである。これは、本発明を開示された正確な形式に限定することを意図したものではなく多くの修正および変形が上記の教示に照らして可能である。実施形態は、本発明の原理およびその実施を最適に説明するために選ばれかつ説明されたものであり、したがって、当業者は本発明を最適に利用可能である。本発明の範囲は、添付された特許請求の範囲によってのみ限定されることが意図されている。

10

20

30

40

50

【0119】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、SONET/SDHトランスポートネットワークの早い復旧、確かめられた安定性、低コストおよび低いトランスポート待ち時間を利用し、かつSONET/SDHトランスポートとIPトランスポートとの間のギャップを埋めて、動作コストを最小化しかつトラフィックエンジニアリングを容易にするシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理による通信ネットワークの概念的ブロック図

【図2】本発明の原理によるネットワークエレメントの概念的ブロック図

【図3】本発明の原理による通信ネットワークのブロック図

【図4】新しいコンバージェンスデータプロトコルの原理によるプロトコルデータユニットを示す図

【図5】通常のIS-ISレベル2LSPを示すブロック図

【図6】通常のIS-IS可変フィールド長フィールドを示すブロック図

【図7】本発明の原理による強化されたIS-ISレベル2LSPを示す図

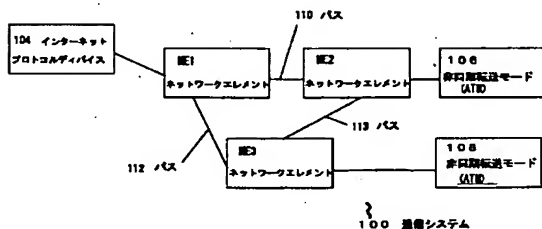
【図8】本発明の原理によるバインディングテーブル図

【図9】本発明の原理によるバスターブル図

【図10】本発明の原理によるヘッダエントリテーブル図

【図11】本発明の原理によるステータステーブル図

【図1】



【図6】

バイト1	コード
バイト2	長さ
	値

【図9】

ソースノードのNSAPアドレス	あて先ノードのNSAPアドレス	次のノードのNSAPアドレス
-----------------	-----------------	----------------

【図12】本発明の原理によるコンバージェンスプロトコルを使用する通信システムの概念的ブロック図

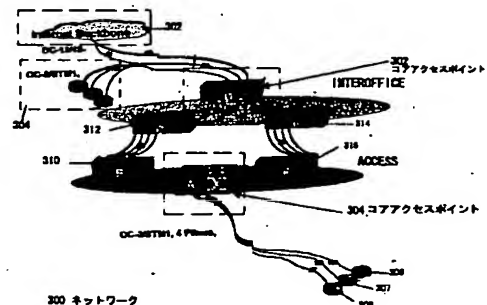
【図13】本発明の原理による帯域幅割り当てプロセスを示すシナリオ図

【図14】本発明の原理による帯域幅割り当てと割り当て解除を含むプロセスを示すフローチャート図

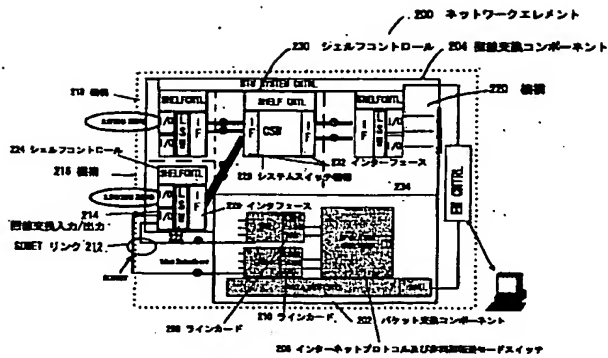
【符号の説明】

- 100 通信システム
- 104 インタネットプロトコル (IP) デバイス
- 106 非同期転送モード (ATM) デバイス
- 108 ATMデバイス
- 110、112、113 パス
- 200 ネットワークエレメント
- 202 パケット交換コンポーネント
- 204 回線交換コンポーネント
- 206 インタネットプロトコルおよび非同期転送モードスイッチ
- 208、210 ラインカード
- 212 SONETリンク
- 214 回線交換入力/出力
- 215 回線交換シェルフ
- 216、218、220 機構
- 222 ローカルスイッチコア
- 224 シェルフコントロール
- 226 インタフェース
- 228 セントラルスイッチ機構
- 230 シェルフコントロール
- 234 セントラルスイッチコア

【図3】



【図2】



【図4】

バイト1	コンバージェンスプロトコルディスクリミネータ		
バイト2	レングスインジケータ		
バイト3	レングスインジケータ(4ビット)		バージョン番号(4ビット)
バイト4	PDU タイプ		
バイト5	チェックサム		
	可変長フィールド		

【図5】

バイト1	イントラドメインルーティングプロトコルディスクリミネータ
バイト2	レングスインジケータ
バイト3	バージョン/プロトコル ID エクステンション
バイト4	ID長
バイト5	R R R PDUタイプ
バイト6	バージョン
バイト7	予約済
バイト8	最大エリアアドレス
バイト9	PDU長
バイト10	PDU長
バイト11	残りライフタイム
バイト12	残りライフタイム
バイト13	LSP ID
バイト14	シーケンス番号
バイト15	シーケンス番号
バイト16	シーケンス番号
バイト17	シーケンス番号
バイト18	チェックサム
バイト19	チェックサム
バイト20	P ATT LSPDBOL IS タイプ
	可変長フィールド

【図8】

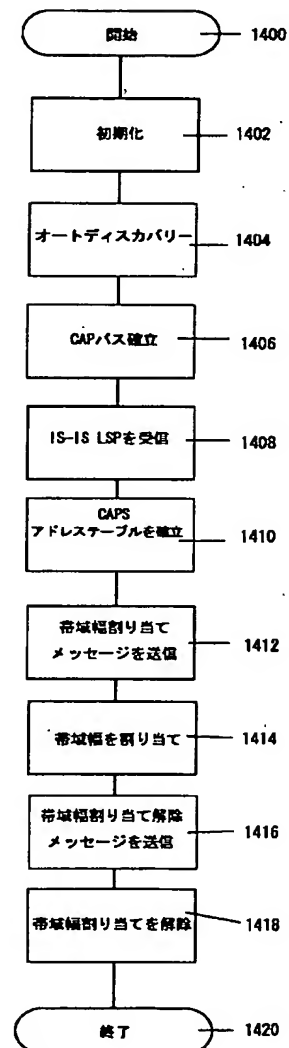
IP アドレス (IP-V4なら4バイト、IP-V6が サポートされている場合は7バイト)	対応する NSAP アドレス (20バイト)
---	---------------------------

【図7】

バイト1	コード = 15
バイト2	長さ = 4
	IP-V4 アドレス

バイト1	コード = 16
バイト2	長さ = 16
	IP-V6 アドレス

【図14】



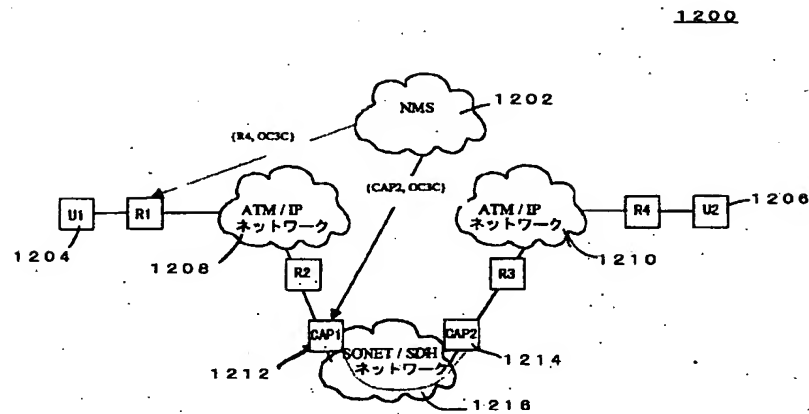
【図10】

ネイバーの NSAP アドレス (20 バイト)	利用可能な帯域幅 (16バイト:ユニット:STS1)	STS-1 アレイポインタ (4バイト-8バイト、 32ビットモードか64ビ ットモードかに依存する)
--------------------------------	-------------------------------	--

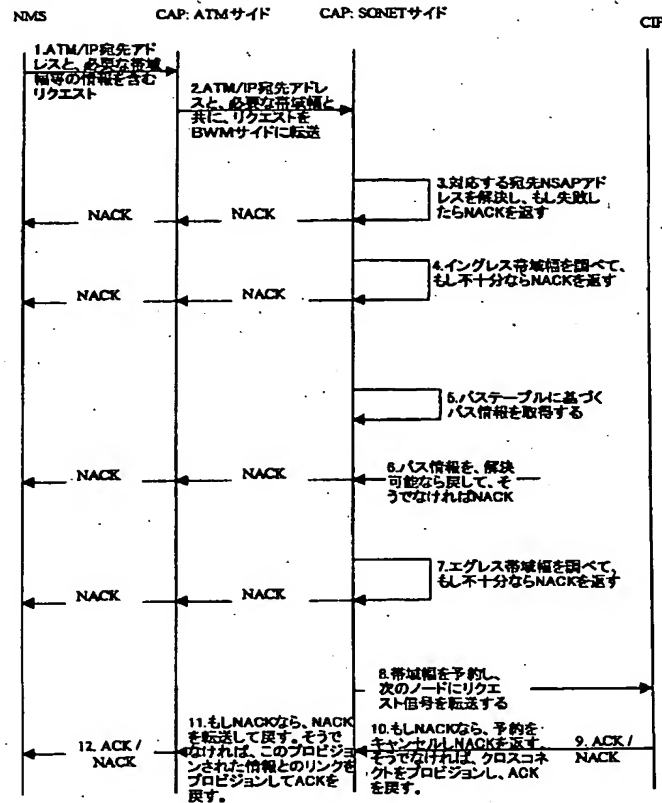
【図11】

STS-1スロット番号	フリーステータス	あて先の NSAP アドレス	利用可能な帯域幅
-------------	----------	-------------------	----------

【図12】



【図13】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 ヤン カオ

アメリカ合衆国、01835 マサチューセッ
ツ、ブラッドフォード、フォレスト アク
レス ドライブ 26B